

51

Int. Cl. 2:

H 02 K 9/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 27 53 461 A 1

11

Offenlegungsschrift 27 53 461

21

Aktenzeichen: P 27 53 461.8

22

Anmeldetag: 30. 11. 77

43

Offenlegungstag: 1. 6. 78

31

Unionspriorität:

32 33 31

30. 11. 76 Sowjetunion 2421858

54

Bezeichnung:

Elektrische Maschine mit Kryogenkühlung

71

Anmelder:

Specialnoe konstruktorskoe büro ENERGOCHIMMASCH, Nowosibirsk;
Leningradskoe proizvodstvennoe elektromaschinostroitelnoe
obedinenie Elektrosila, Leningrad (Sowjetunion)

74

Vertreter:

Schiff, K.L.; Föner, A.v., Dr.; Strehl, P., Dipl.-Ing.; Schübel-Hopf, U., Dr.;
Ebbinghaus, D., Dipl.-Ing.; Finck, D., Dr.-Ing.; Pat.-Anwälte,
8000 München

72

Erfinder:

Vinokurov, Aleksandr Alekseevitsch;
Gorbunov, Gennadij Stepanovitsch; Popov, Jurij Stepanovitsch;
Nowosibirsk; Skatschkov, Jurij Vasiljevitsch;
Filippov, Iosif Filippovitsch; Chutoreckij, Garij Michajlovitsch;
Leningrad (Sowjetunion)

Recherchenantrag gem. § 28 a PatG ist gestellt

DE 27 53 461 A 1

PATENTANWÄLTE
SCHIFF v. FÜNER STREHL SCHÜBEL-HOPF EBBINGHAUS FINCK

2753461

MARIAHILFPLATZ 2 & 3, MÜNCHEN 90
POSTADRESSE: POSTFACH 95 0160, D-8000 MÜNCHEN 85

Specialnoe konstruktorskoe büro
"ENERGOCHIMMASCH"

Leningradskoe proizvodstvennoe
elektromaschinostroitelnoe obje-
dinenie "Elektrosila"

KARL LUDWIG SCHIFF
DIPL. CHEM. DR. ALEXANDER v. FÜNER
DIPL. ING. PETER STREHL
DIPL. CHEM. DR. URSULA SCHÜBEL-HOPF
DIPL. ING. DIETER EBBINGHAUS
DR. ING. DIETER FINCK

TELEFON (089) 48 2064
TELEX 8-33565 AURO D
TELEGRAMME AUROMARCPAT MÜNCHEN

DA-18285

30. November 1977

ELEKTRISCHE MASCHINE MIT KRYOGENKÜHLUNG

Patentanspruch

Elektrische Maschine mit Kryogenkühlung mit einem Hohl-
ständer und einem im Ständer mit einem Spalt, in dem
ein Vakuum erzeugt und -aufrechterhalten wird, ange-
ordneten Läufer, g e k e n n z e i c h n e t durch
wenigstens zwei zylindrische, mit einem Spiel in-
einander angeordnete Trommeln (5, 6) mit Öffnungen (11)
zur Vakkumerzeugung und -aufrechterhaltung, von denen
eine (5) fliegend an der Stirnfläche des Läufers (1)
koaxial zum Läufer (1) und die andere (6) an der zu
dieser Stirnfläche des Läufers (1) gekehrten Stirnfläche
des Ständers (2) befestigt ist, wobei die Öffnungen (11)
in den am Läufer (1) befestigten Trommeln (5) derart an-
gebracht sind, daß ihre Achsen mit den Tangenten an die
Trommel (5) in den Schnittpunkten den Achsen der Öffnungen

809822/1006

2753461

-2-

(11) und der Seitenlinie der Trommel (5) im Drehsinn des Läufers (1) einen spitzen Winkel α und in den am Ständer (2) befestigten Trommeln (6) einen Winkel $\beta = 180^\circ - \alpha$ bilden.

809822/1006

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft elektrische Maschinen, insbesondere elektrische Maschinen mit Kryogenkühlung.

Die Erfindung findet in elektrischen Maschinen mit Kryogenkühlung Anwendung. Außerdem kann die Erfindung auch in anderen Einrichtungen oder Behältern zur Tiefvakuumherzeugung und -aufrechterhaltung verwendet werden.

Bekanntlich weisen kryogengekühlte elektrische Maschinen mit Normalschaltung eine supraleitende Erregerwicklung auf, die in einem Hohläufer befestigt ist. Die Erregerwicklung wird mit einem Kühlmittel, z.B. flüssigem Helium, das in den Läufer eingeführt wird, bis zum supraleitenden Zustand bis auf eine Temperatur von $4,3^{\circ}\text{K}$ abgekühlt.

Zum Schutz der Tieftemperaturzone des Läufers muß er wegen der Wärmeleitung aus der Normaltemperaturzone in die Tieftemperaturzone wärmeisoliert werden. Die wirksamste Wärmeisolierung bildet in diesem Fall das Vakuum. Es ist daher zweckmäßig, den Spalt zwischen Ständer und Läufer zu evakuieren. Die Leistungsverluste der elektrischen Maschine sind um so kleiner, je tiefer das Vakuum in diesem Spielraum ist. Als optimal gilt ein Vakuum von etwa 10^{-5} mm QS.

Es wurde bereits eine elektrische Maschine mit Kryogenkühlung (SU-Anmeldung Nr- 1988474/24-7 vom 28.10.73) vorgeschlagen, die einen Hohlständer und einen im Ständer mit einem Spalt, in dem ein Vakuum erzeugt und aufrechterhalten wird, angeordneten Läufer enthält.

Das Vakuum von 10^{-5} mm QS kann erst erzeugt werden, wenn der Spalt zwischen Läufer und Ständer über Vakuumhauptleitungen mit einer Vor- und einer Hochvakuumpumpe, z.B. einer Turbmolekularpumpe, verbunden wird. Ein derartiges System zur Erzeugung und Aufrechterhaltung des Vakuums stellt eine Reihe von unabhängigen Einrichtungen dar.

809822/1006

Die Gesamtanordnung dieser Einrichtungen zur Vakuum-
zeugung und -aufrechterhaltung mit der elektrischen
Maschine ist verhältnismäßig kompliziert.

Die Wirksamkeit der Einrichtung zur Vakuum-
zeugung und -aufrechterhaltung einer solchen elektrischen Maschine
ist nicht hoch, insofern als die Hauptleitungen, die
den Spalt mit den Pumpen verbinden, einen geringen Leit-
wert für verdünntes Gas haben. Außerdem stellt die
konstruktive Ausführung der Wellendichtung des Läufers
der elektrischen Maschine bis jetzt wegen hoher Vakuum-
heitsforderungen und Umfangsgeschwindigkeiten der Läufer-
welle ein wichtiges Problem dar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrische
Maschine mit Kryogenkühlung zu schaffen, deren konstruktive
Ausführung eine Erhöhung der Wirksamkeit der Wärmeisolierung
ihrer supraleitenden Wicklung durch Unterbringen einer
Hochvakuumpumpe im Hohlraum der elektrischen Maschine
gestattet.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß eine elektrische
Maschine mit Kryogenkühlung, die einen Hohlständer und
einen im Ständer mit einem Spalt, in dem die Vakuum-
zeugung und -aufrechterhaltung erfolgt, angeordneten
Läufer enthält, erfindungsgemäß mindestens zwei zylindrische
mit einem Spiel ineinander angeordnete Trommeln
mit Öffnungen zur Vakuum-
zeugung und -aufrechterhaltung
aufweist, von denen eine fliegend an der Stirnfläche
des Läufers coaxial zu diesem Läufer und die andere an
der zur Stirnfläche des Läufers gekehrten Stirnfläche
des Ständers befestigt ist, wobei die Öffnungen in den
am Läufer befestigten Trommeln derart angebracht sind,
daß ihre Achsen mit den Tangenten an die Trommel in den
Schnittpunkten der Achsen der Öffnungen und der Seiten-
linie der Trommel im Drehsinn des Läufers einen spitzen
Winkel α und in den am Ständer befestigten Trommeln einen

Winkel $\beta = 180^\circ - \alpha$ bilden.

Diese Ausführung der elektrischen Maschine mit Kryogenkühlung gestattet es, die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Vakuumwärmeisolierung ihrer im Läufer untergebrachten supraleitenden Wicklung zu erhöhen, weil sie das Problem von Hochvakuumdichtungen des Läufers von etwa 10^{-5} mm QS durch Ersatz durch eine Vakuumdichtung von etwa 10^{-3} mm QS völlig auszuschließen erlaubt, was zur Zeit kein Problem ist.

Außerdem werden das Evakuieren des Spalts zwischen Läufer und Ständer der elektrischen Maschine vereinfacht und der Preis der elektrischen Maschine und deren Betriebskosten herabgesetzt.

Einen wesentlichen Vorteil bildet der einfache und kompakte Aufbau der elektrischen Maschine.

Nachstehend wird die Erfindung anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Längsschnitt einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine mit Kryogenkühlung und

Fig. 2 den Schnitt II-II in Fig. 1 in vergrößertem Maßstab.

Die elektrische Maschine mit Kryogenkühlung enthält einen Läufer 1 (Fig. 1) mit einer nicht dargestellten supraleitenden Wicklung, der innerhalb eines Hohlständers 2 mit einem Spalt 3 angeordnet ist, in dem ein Vakuum von etwa 10^{-5} bis 10^{-7} mm QS zum Wärmeschutz des Läufers 1 erzeugt und aufrechterhalten wird. In dem hier beschriebenen Beispiel sind vier zylindrische Trommeln 5 mit je einem offenen Ende fliegend an den zu den Lagerschilden 4 des Ständers 2 gekehrten Stirnflächen des Läufers 1 befestigt.

In den Lagerschilden 4 sind vier zylindrische Trommeln 6 fliegend befestigt. Die Trommeln 5 und 6 sind mit einem Spiel ineinander angeordnet.

Bei Drehung des Läufers 1 rotieren die Trommeln 5 mit, wobei jedes Paar Trommeln 5 und 6 eine Stufe der Turbomolekularpumpe darstellt. Daher kann die elektrische Maschine in Abhängigkeit von der erforderlichen Vakuumtiefe zwei Trommeln 5, 6 enthalten.

Zwischen den Trommeln 5 und 6 besteht ein Spalt 3 mit einem Hochvakuum von 10^{-5} bis 10^{-7} mm QS und ein Spalt 7 mit einem geringeren Vakuum von 10^{-6} mm QS.

In den Lagerschilden 4 sind Vakuumdichtungen 8 und Lager 9 angeordnet. Der Spalt 7 steht mit einer Vorvakuumpumpe 10 in Verbindung. Die Trommeln 6 und 7 weisen Öffnungen 11 auf. Die Achsen der in den Trommeln 5 angebrachten Öffnungen 11 bilden einen spitzen Winkel α (Fig. 2) mit den Tangenten an die Trommel 5 in den Schnittpunkten der Achsen der Öffnungen und der Seitenlinie der Trommel im Drehsinn des Läufers.

Die Achsen der in den Trommeln 6 angebrachten Öffnungen 11 bilden einen Winkel $\beta = 180^\circ - \alpha$.

Das System der Öffnungen 11 in den beweglichen und feststehenden Trommeln 5, 6 gewährleistet den vorwiegenden Durchgang von Gasmoleküle in Auspumprichtung (vom Umfang des Läufers zu seiner Achse), wodurch ein Vakuum von 10^{-5} bis 10^{-7} mm QS im Spalt 3 erzeugt und aufrechterhalten wird.

Diese Ausführung der elektrischen Maschine bietet die Möglichkeit, sie in Notsituationen bei Störungen im Evakuier-

8
Leerseite

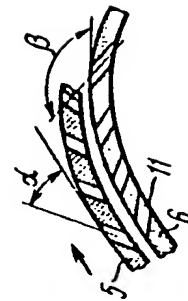
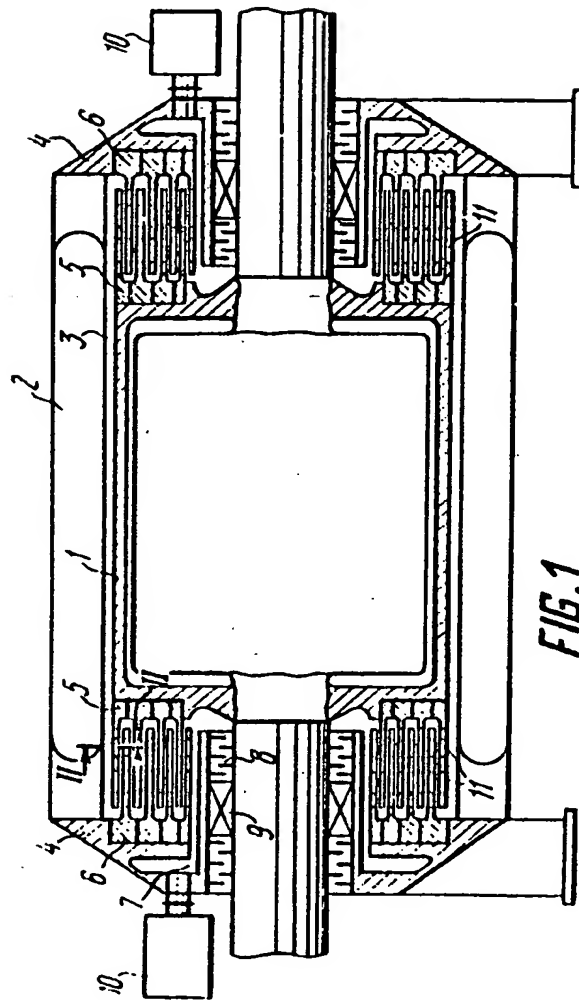
Nummer:
Int. Cl. 2:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

27 53 481
H 02 K 9/00
30. November 1977
1. Juni 1978

- 9 -

DA-18285

2753461



809822/1006